

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-271716

(43) 公開日 平成10年(1998)10月9日

(51) Int.Cl.⁹

識別記号

F I

H 0 2 K 1/18

H 0 2 K 1/18

C

D

15/02

15/02

F

15/10

15/10

審査請求 未請求 請求項の数17 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号

特願平9-67658

(22) 出願日

平成9年(1997)3月21日

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 浅野 能成

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72) 発明者 森重 健

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72) 発明者 風間 勝利

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(74) 代理人 弁理士 滝本 智之 (外1名)

最終頁に続く

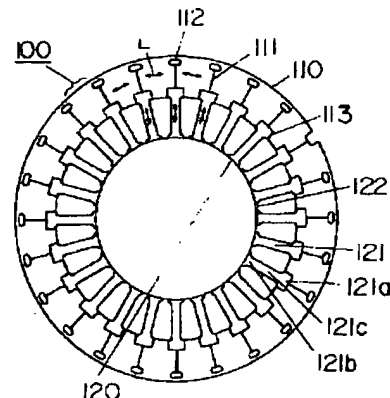
(54) 【発明の名称】 電動機の固定子鉄心及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 分割されたヨーク部とティース部を結合固定してなる電動機の固定子鉄心において、鉄損を少なく、かつ同一入力で磁束密度を高くすることを目的とする。

【解決手段】 外コアを形成する積層ヨーク体110及び内コアを形成する積層ティース体120aを、方向性電磁鋼板を、磁化容易方向Lが、鉄心中の磁路の方向と一致するように打ち抜かれた帯状のヨーク素材110a及びティース素材120aをそれぞれ円環状にし積層して形成し、積層ヨーク体110と積層ティース体120を結合固定して形成した電動機の固定子鉄心とする。

100…固定子鉄心
110…積層ヨーク体
111…切り欠き
112…薄肉部
113…開口
120…積層ティース体
121…ティース
121a…基端部
121b…抵当部
121c…脚部
122…薄肉部
L…磁化容易方向



【特許請求の範囲】

【請求項1】方向性電磁鋼板を積層してなる積層ヨーク体と、方向性電磁鋼板を積層してなり、一方の端部が積層ヨーク体との結合部である基端部でもう一方の端部が回転子に対向する拡歯部であり、基端部と拡歯部の中間を脚部で構成するティースが所定の数連結された積層ティース体とからなり、前記積層ヨーク体と前記積層ティース体が結合手段によって一体に結合固定されてなる電動機の固定子鉄心において、前記方向性電磁鋼板の磁化容易方向が電動機運転時に積層鉄心を流れる磁束の方向と略同一となるように前記積層ヨーク体及び前記積層ティース体を配置したことを特徴とする電動機の固定子鉄心。

【請求項2】長手方向が磁化容易方向である帯状の方向性電磁鋼板の一方の長辺側から他方の長辺側に向けて先ずぼまりの切り欠きを所定の数 $N1$ 個形成し、先ずぼまりの前記切り欠きの開き角度を $360/N1$ に設定し、前記切り欠き側を内側にして前記方向性電磁鋼板を円環状に折り曲げて積層ヨーク体を形成したことを特徴とする請求項1記載の電動機の固定子鉄心。

【請求項3】長手方向が磁化容易方向である帯状の方向性電磁鋼板の一方の長辺側にティースの基端部が係合する開口を所定間隔で形成し、前記開口の奥端から帯状の前記方向性電磁鋼板の他方の長辺側に向けて先ずぼまりの切り欠きを設けたヨーク素材から形成したことを特徴とする積層ヨーク体を有する請求項2記載の電動機の固定子鉄心。

【請求項4】長手方向が磁化容易方向である帯状の方向性電磁鋼板の一方の長辺側にティースの基端部が係合する開口を所定間隔で形成し、隣り合う前記開口の中間に帯状の前記方向性電磁鋼板の他方の長辺側に向けて先ずぼまりの切り欠きを設けたヨーク素材から形成したことを特徴とする積層ヨーク体を有する請求項2記載の電動機の固定子鉄心。

【請求項5】ヨーク素材をティースの基端部が係合する開口が所定の間隔で設けられた側を内側として円環状に曲げて形成された積層ヨーク体と、積層ティース体とが前記ティースの前記基端部と前記積層ヨーク体の前記開口で嵌合結合して連続した磁路を形成したことを特徴とする請求項3または4記載の電動機の固定子鉄心。

【請求項6】積層ティース体は、長手方向が磁化容易方向である帯状の方向性電磁鋼板に脚部が前記方向性電磁鋼板の幅方向に並ぶようにティースを配置し、隣り合うティースの拡歯部の端を薄肉部で連結して打ち抜かれたティース素材を積層して形成したことを特徴とする請求項1から5のいずれかに記載の電動機の固定子鉄心。

【請求項7】積層ヨーク体と積層ティース体を結合固定の後、積層ティース体の薄肉部を、積層方向に切除したことを特徴とする請求項6記載の電動機の固定子鉄心。

【請求項8】積層ヨーク体と積層ティース体を結合固定

の後、積層ティース体の薄肉部を、両端の少数枚のティースシートを残して積層方向に切除したことを特徴とする請求項6記載の電動機の固定子鉄心。

【請求項9】薄肉部の積層方向の切除が円周方向に切除幅以上のひねりを設けたことを特徴とする請求項7または8記載の電動機の固定子鉄心。

【請求項10】かご形回転子を有する誘導電動機において、薄肉部の切除のひねり角度は回転子の1スロットピッチに等しくしたことを特徴とする請求項9記載の電動機の固定子鉄心。

【請求項11】永久磁石回転子を有する電動機において、固定子ティース数と回転子磁極数の最少公倍数を $N2$ とした時、薄肉部切除のひねり角度は $360/N2$ に等しくしたことを特徴とする請求項9記載の電動機の固定子鉄心。

【請求項12】磁束の流れる方向と平行に薄肉部でつながれたヨーク素材及び磁束の流れる方向に対して垂直に薄肉部でつながれたティース素材を、磁化容易方向をそれぞれの鉄心の磁束の流れる方向と一致させて打ち抜き、それぞれ積層した後に環状にし、または環状にした後に積層し、積層ヨーク体と積層ティース体を結合固定して固定子鉄心を形成する電動機の固定子鉄心の製造方法。

【請求項13】磁束の流れる方向と平行に薄肉部でつながれたヨーク素材及び磁束の流れる方向と垂直に薄肉部でつながれたティース素材を、磁化容易方向をそれぞれの鉄心の磁束の流れる方向と一致させて打ち抜き、積層し環状にした積層ティース体に、外側から、積層したヨーク素材を湾曲しながら前記積層ティース体に固定していく電動機の固定子鉄心の製造方法。

【請求項14】ヨーク素材を積層後、積層したヨーク素材に巻線用棒を施し、トロイダル巻線を施した後に積層したヨーク素材を環状にする請求項12または13記載の電動機の固定子鉄心の製造方法。

【請求項15】ティース素材を積層後、積層したそれぞれのティースに巻線用棒を施し、巻線を施す請求項12または13記載の電動機の固定子鉄心の製造方法。

【請求項16】ティース素材を積層後、積層したそれぞれのティースに、巻線を施したボビンを挿入する請求項12または13記載の電動機の固定子鉄心の製造方法。

【請求項17】巻線処理前に積層ヨーク体や積層ティース体を焼鈍処理したことを特徴とする請求項1から11のいずれかに記載の電動機の固定子鉄心または、請求項12から16のいずれかに記載の電動機の固定子鉄心の製造方法による電動機の固定子鉄心。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、方向性電磁鋼板を積層した電動機の固定子鉄心及びその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来より、電動機の固定子鉄心は以下に示すようにいくつかの製造方法があった。

【0003】まず第1の製造方法として、電磁鋼板を環状にプレスにて打ち抜いてヨークとティースが一体となったコアシートを作成し、このコアシートを積層して筒状の固定子鉄心を形成する製造方法があり、従来の製造方法としては主流となっている。

【0004】また、第2の製造方法として、ヨークとティースをヨーク素材とティース素材として別々に分割して打ち抜き、それぞれ積層して外コア及び内コアを作成し、分割面を溶着、溶接、接着、圧着、圧入などの固定手段により結合固定して筒状の固定子鉄心を形成する製造方法がある。

【0005】第3の方法としては、固定子鉄心を帯状のヨーク素材とティース素材に分割して打ち抜き、後にこれを円環状に折り曲げ形成する方法がある。図24に基づき第3の方法をさらに詳細に説明する。

【0006】図24は特願平8-112865号公報に示す従来例の電動機の固定子鉄心の平面図である。外コアを形成する積層ヨーク体610は、切り欠き611を有し薄肉部612でつながれた帯状のヨーク素材(図示せず)を積層して円環状に形成し、内コアを形成する積層ティース体620は、薄肉部622でつながれた帯状のティース素材(図示せず)を積層して円環状に形成し、積層ヨーク体610に積層ティース体620を圧入して電動機の固定子鉄心600を形成する。本構成により、積層ティースに外側から巻線を施すことができ、巻線性が良く、占積率が向上する。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記の電動機の固定子鉄心及び製造方法では、次のような問題点を有している。

【0008】第1の製造方法においては、環状のコアシートをプレス加工で打ち抜いて作成するので、コアシートの内側の抜き部分が無駄になり、歩留まりが悪い。また、固定子鉄心の内側から巻線を施さねばならず、巻線性が悪い。

【0009】第2の製造方法においては、内コアに外側から巻線を施すことが可能となり、巻線性が良いという利点はあるが、コアシートの内側の抜き部分が無駄になるため歩留まりが悪いという欠点は解消できない。

【0010】第3の製造方法においては、帯状に打ち抜くため歩留まりが良く、積層ティース体の外側から巻線を施すため巻線性も良い。しかし、ヨーク素材(図示せず)の切り欠き611の接合部や積層ヨーク体610と積層ティース体620の接合部631が存在するため、磁路が微少なギャップを介することになり、磁気抵抗が大きくなる。したがって、第1及び第2の製造方法による電動機の固定子鉄心と比べると効率が低下するという

欠点を持っていた。

【0011】本発明は、これらの欠点を解決し、歩留まりが良く、巻線性が良好で、かつ効率の高い電動機の固定子鉄心を提供するものである。

【0012】

【課題を解決するための手段】前記課題を解決するため本発明は、方向性電磁鋼板を積層してなる積層ヨーク体と、方向性電磁鋼板からなり、一方の端部が積層ヨーク体との結合部である基端部でもう一方の端部が回転子に対向する拡歯部であり、基端部と拡歯部の中間を脚部で構成するティースが所定の数連結された積層ティース体とからなり、前記積層ヨーク体と前記積層ティース体が結合手段によって一体に結合固定されてなる電動機の固定子鉄心において、前記方向性電磁鋼板の磁化容易方向が電動機運転時に積層鉄心を流れる磁束の方向と略同一となるように前記積層ヨーク体及び前記積層ティース体を配置したことを特徴とする電動機の固定子鉄心であり、積層ヨーク体と積層ティース体の分割面を溶着、溶接、接着、圧着、圧入などの結合手段によって結合固定された電動機の固定子鉄心において、ヨーク素材及びティース素材に方向性電磁鋼板を用い、磁化容易方向を積層鉄心中を流れる磁束の方向と一致させたことを特徴としたものであり、積層鉄心中の磁束の方向が、全て磁化容易方向に一致しているため、鉄損が小さく、かつ同一入力で磁束密度が高く、したがって高いトルクを実現でき、より高い効率を実現できる。また、歩留まりが良く、巻線性も良好で占積率も高くできるため、スロット面積を小さくし、鉄を多く使い、または巻線の銅量を増やすことができ、鉄損または銅損を減少させることができる。したがって、歩留まりが良く、生産性が高く、効率の高い電動機の固定子鉄心を提供することができる。

【0013】

【発明の実施の形態】前記課題を解決するため請求項1記載の発明は、方向性電磁鋼板を積層してなる積層ヨーク体と、方向性電磁鋼板を積層してなり、一方の端部が積層ヨーク体との結合部である基端部でもう一方の端部が回転子に対向する拡歯部であり、基端部と拡歯部の中間を脚部で構成するティースが所定の数連結された積層ティース体とからなり、前記積層ヨーク体と前記積層ティース体が結合手段によって一体に結合固定されてなる電動機の固定子鉄心において、前記方向性電磁鋼板の磁化容易方向が電動機運転時に積層鉄心を流れる磁束の方向と略同一となるように前記積層ヨーク体及び前記積層ティース体を配置したことを特徴とする電動機の固定子鉄心であり、積層鉄心中の磁束の方向が全て磁化容易方向に一致しているため、鉄損が小さく、かつ同一入力で磁束密度が高く、したがってより高いトルクが実現でき、より高い効率を実現できる。またヨーク素材及びティース素材を帯状に打ち抜くため歩留まりが良く、ティースに外側から巻線を施すことができるため、巻線性が

良く占積率も高くなる。したがって、スロット面積を小さくし、鉄を多く使い、または巻線の銅量を増やすことができ、鉄損または銅損を減少させることができる。したがって、歩留まりが良く、生産性が高く、効率の高い電動機の固定子鉄心を提供することができる。

【0014】また、請求項2記載の発明は、長手方向が磁化容易方向である帯状の方向性電磁鋼板の一方の長辺側から他方の長辺側に向けて先すばまりの切り欠きを所定の数N1個形成し、先すばまりの前記切り欠きの開き角度を $360/N1$ に設定し、前記切り欠き側を内側に10して前記方向性電磁鋼板を円環状に折り曲げて積層ヨーク体を形成したことを特徴とする請求項1記載の電動機の固定子鉄心であり、ヨーク素材をわずかな加工力で精度よく円環状に曲げ加工をすることができる。また、外コアを形成する積層ヨーク体を構成する部品点数が少なく生産性が良い。

【0015】また、請求項3記載の発明は、長手方向が磁化容易方向である帯状の方向性電磁鋼板の一方の長辺側にティースの基端部が係合する開口を所定間隔で形成し、前記開口の奥端から帯状の前記方向性電磁鋼板の他方の長辺側に向けて先すばまりの切り欠きを設けたヨーク素材から形成したことを特徴とする積層ヨーク体を有する請求項2記載の電動機の固定子鉄心であり、切り欠きによるわずかな加工力で曲げ加工ができるため、切り欠きによる微少なギャップや曲げ加工時の応力による薄肉部の変形などが、積層ヨーク体の細かい部分になく、良好な磁気回路が得られる。

【0016】また、請求項4記載の発明は、長手方向が磁化容易方向である帯状の方向性電磁鋼板の一方の長辺側にティースの基端部が係合する開口を所定間隔で形成し、隣り合う前記開口の中間に帯状の前記方向性電磁鋼板の他方の長辺側に向けて先すばまりの切り欠きを設けたヨーク素材から形成したことを特徴とする積層ヨーク体を有する請求項2記載の電動機の固定子鉄心であり、切り欠き部と開口が離れているので外コアを形成する積層ヨーク体に内コアを形成する積層ティース体を結合したときの結合力が強い。

【0017】また、請求項5記載の発明は、ヨーク素材をティースの基端部が係合する開口が所定の間隔で設けられた側を内側として円環状に曲げて形成された積層ヨーク体と、積層ティース体とが前記ティースの前記基端部と前記積層ヨーク体の前記開口で嵌合結合して連続した磁路を形成したことを特徴とする請求項3または4記載の電動機の固定子鉄心であり、鉄心中の磁束の流れる方向の全てが磁化容易方向に一致しているため、効率の高い電動機の固定子鉄心が得られる。

【0018】また、請求項6記載の発明は、積層ティース体は、長手方向が磁化容易方向である帯状の方向性電磁鋼板に脚部が前記方向性電磁鋼板の幅方向に並ぶようにティースを配置し、隣り合うティースの拡歯部の端を

薄肉部で連結して打ち抜かれたティース素材を積層して形成したことを特徴とする請求項1から5のいずれかに記載の電動機の固定子鉄心であり、積層ティース体を構成する部品点数を少なくし、固定子内径の精度を高くすることができ、ギャップ不同を防止する。

【0019】また、請求項7記載の発明は、積層ヨーク体と積層ティース体を結合固定の後、積層ティース体の薄肉部を、切除したことを特徴とする請求項6記載の電動機の固定子鉄心であり、固定子の巻線に流れる電流によりティースに発生した磁束が、回転子にわたらずに隣接するティースに回り込むことを防止し、磁束を有効に利用し、効率の高い電動機を提供することができる。

【0020】また、請求項8記載の発明は、積層ヨーク体と積層ティース体を結合固定の後、積層ティース体の薄肉部を、両端の少数枚のティースシートを残して積層方向に切除したことを特徴とする請求項6記載の電動機の固定子鉄心であり、固定子の巻線に流れる電流によりティースに発生した磁束が、回転子にわたらずに隣接するティースに回り込むことを防止し、磁束を有効に利用し、効率の高い電動機を提供するとともに、固定子内径の精度を高くすることができ、ギャップ不同を防止する。

【0021】また、請求項9記載の発明は、薄肉部の積層方向の切除が円周方向に切除幅以上のひねりを設けたことを特徴とする請求項7または8記載の電動機の固定子鉄心であり、固定子のスロットオープン部が存在するために発生する回転むらをなくし、振動・騒音の少ない電動機を提供することができる。

【0022】また、請求項10記載の発明は、かご形回転子を有する誘導電動機において、薄肉部切除のひねり角度は回転子の1スロットピッチに等しくした請求項9記載の電動機の固定子鉄心であり、かご形回転子にスキューを施すことなく、容易に電動機の振動・騒音を低減することができる。

【0023】また、請求項11記載の発明は、永久磁石回転子を有する電動機において、固定子ティース数と回転子磁極数の最少公倍数をN2とした時、薄肉部切除のひねり角度は $360/N2$ に等しくした請求項9記載の電動機の固定子鉄心であり、コギングトルクによる回転むらを防止し、容易に電動機の振動・騒音を低減することができる。

【0024】また、請求項12記載の発明は、磁束の流れる方向と平行に薄肉部でつながれたヨーク素材及び磁束の流れる方向に対して垂直に薄肉部でつながれたティース素材を、磁化容易方向をそれぞれの鉄心の磁束の流れる方向と一致させて打ち抜き、それぞれ積層した後に環状にし、または環状にした後に積層し、積層ヨーク体と積層ティース体を結合固定して固定子鉄心を形成する電動機の固定子鉄心の製造方法であり、積層ヨーク体と積層ティース体の固着力が強力で、精度の良い電動機の

固定子鉄心を生産性良く製造することができる。

【0025】また、請求項13記載の発明は、磁束の流れる方向と平行に薄肉部でつながれたヨーク素材及び磁束の流れる方向と垂直に薄肉部でつながれたティース素材を、磁化容易方向をそれぞれの鉄心の磁束の流れる方向と一致させて打ち抜き、積層し環状にした積層ティース体に、外側から、積層したヨーク素材を湾曲しながら前記積層ティース体に固定していく電動機の固定子鉄心の製造方法であり、わずかな加工力にて積層ヨーク体と積層ティース体を結合でき、かつ、積層ティース体に加わる力もわずかなため、生産性良く精度の良い電動機の固定子鉄心が製造できる。

【0026】また、請求項14記載の発明は、ヨーク素材を積層後、積層したヨーク素材に巻線用棒を施し、トロイダル巻線を施した後に積層したヨーク素材を環状にする請求項12または13記載の電動機の固定子鉄心の製造方法であり、容易にトロイダル巻線が施せるため、巻線性が良好で、かつ占積率も高くでき、効率の高いトロイダル巻線の電動機を生産性良く製造できる。

【0027】また、請求項15記載の発明は、ティース素材を積層後、積層したそれぞれのティースに巻線用棒を施し、巻線を施す請求項12または13記載の電動機の固定子鉄心の製造方法であり、固定子の巻線を積層ティース体の外側から施すため、巻線性が良好で、かつ占積率も高くでき、効率の高い電動機を生産性良く製造できる。

【0028】また、請求項16記載の発明は、ティース素材を積層後、積層したそれぞれのティースに巻線を施したボビンを挿入する請求項12または13記載の電動機の固定子鉄心の製造方法であり、単体のボビンに巻線を施すため巻線性が良好で、かつ占積率も高くできるとともに、固定子鉄心そのものに巻線用棒を施す必要がないため効率の高い電動機を生産性良く製造できる。

【0029】また、請求項17記載の発明は、巻線処理前に積層ヨーク体や積層ティース体を焼鈍処理したことを特徴とし、積層ヨーク体や積層ティース体の打ち抜き歪みや加工歪みを除去し、磁気特性を向上させることにより、電動機の効率を高くすることが可能である。

【0030】

【実施例】以下、本発明の実施例について、図面に基づき説明する。なお、各実施例において同一構成要素には同一符号を付し一部説明を省略する。

【0031】（実施例1）図1は本発明の実施例1の電動機の固定子鉄心の平面図である。図2は同電動機の固定子鉄心のヨーク素材の打ち抜きパターンを示す図である。図3は同電動機の固定子鉄心のティース素材の打ち抜きパターンを示す図である。図4は電動機の固定子鉄心のヨーク素材及びティース素材の拡大図である。

【0032】図1から図4において、固定子鉄心100の外コアを形成する積層ヨーク体110は、方向性電磁

鋼板130を磁化容易方向Lが固定子鉄心100の鉄心中の磁路の方向と一致するように打ち抜かれた帯状のヨーク素材110aを円環状に形成したヨークシート（図示せず）を積層して構成されている。

【0033】ヨーク素材110aは、長手方向が磁化容易方向Lである帯状の方向性電磁鋼板130の一方の長辺側にティース121の基端部121aが係合する開口113を所定の間隔でティース121の数Ntに等しい数だけ設け、開口113の奥端から帯状の方向性鋼板130の他の長辺側に向けて先ずばりの切り欠き111を有し、薄肉部112でつながれ、切り欠き111の開き角度 α を薄肉部中心Cを中心として、 $\alpha=360/Nt$ に設定して、打ち抜き形成されている。薄肉部112はわずかな加工力で円環状に曲げることが可能な程度に細く短く形成されている。また、帯状のヨーク素材110aは切り欠き111側を内側に両端が接合するまで円環状に曲げてヨークシート（図示せず）を形成した時、切り欠き111も隙間なく接合し、開口113はティース121の基端部121aと隙間なく結合される形状になっている。ヨークシート（図示せず）を積層し外コアを形成する積層ヨーク体110を構成する。120は固定子鉄心100の内コアを形成する積層ティース体であり、方向性電磁鋼板130を磁化容易方向Lが固定子鉄心100の鉄心中の磁路の方向と一致するように打ち抜かれた帯状のティース素材120aを円環状にしたティースシート（図示せず）を積層して形成されている。ティース素材120aは、一方の端部がヨークシート（図示せず）の開口113との結合部である基端部121aでもう一方の端部が回転子に対向する拡歯部121bであり、基端部121aと拡歯部121bの中間を脚部121cで構成するティース121の脚部121cが長手方向が磁化容易方向Lである帯状の方向性電磁鋼板130の幅方向に並ぶようにティース121を配列し、隣り合うティース121の拡歯部121bの端を薄肉部122で連結して打ち抜いたものである。薄肉部122はわずかな加工力で円環状に曲げることが可能な程度に細く短く形成されている。また帯状のティース素材120aはティース121を設けた側を外側にして両端が接合するよう円環状に曲げられてティースシート（図示せず）を形成し、積層して内コアを形成する積層ティース体120を構成している。外コアを形成する積層ヨーク体110と内コアを形成する積層ティース体120とを開口113と基端部121aで結合固定し電動機の固定子鉄心100を形成する。

【0034】なお、巻線処理前に、積層ヨーク体110及び積層ティース体120に焼鈍処理を施し、打ち抜き歪みや加工歪みを除去すれば、より効率の高い電動機の固定子鉄心100を得ることができる。

【0035】方向性電磁鋼板130の磁化容易方向の磁気特性は、一般に、無方向性電磁鋼板の磁気特性と比較

して良好である。板厚0.35mmの代表的な無方向性電磁鋼板では、 $W15/50=4\sim6$ (W/kg)、 $B50=1.7$ (T) 程度である。また、高効率用の電磁鋼板の場合でも、 $W15/50=2\sim3$ (W/kg) である。一方、板厚0.35mmの方向性電磁鋼板130の磁化容易方向では、 $W15/50=1\sim2$ (W/kg)、 $B50=2.0$ (T) 程度である。したがって、鉄損が少なく、低入力にて同一出力が実現可能であり、銅損も減少する。また占積率の向上により、スロットを小さくでき、または銅量を増加できるので、さらなる効率向上が実現される。

【0036】以上の構成により、従来の環状のコアシートを打ち抜いてなる電動機の固定子鉄心と比較し、出力1kW程度の小形ブラシレスモータでは2~3%程度の効率向上が実現した。

【0037】これは、従来の電動機の場合の界磁鉄損が約30W、一次銅損40Wであり、本構成によると、界磁鉄損が20W程度、一次銅損が35W程度に減少することによる。

【0038】特に、回転子に希土類永久磁石を用いた場合でも、飽和磁束密度が高いので、永久磁石の特性を十分に活かし、小形で効率の高い電動機を提供できる。

【0039】なお、切り欠き111の形状やヨーク素材110aの開口113及びこれと係合するティース素材120aの基端部121aの形状は任意であり、切り欠き111の数はティース121の数と必ずしも一致する必要はない。切り欠き111の数がティース121の数と異なる場合は、それぞれの切り欠き111の角度の合計が360°であればよい。

【0040】(実施例2) 図5(a), (b), (c), (d)は、本発明の実施例2における電動機の固定子鉄心の製造方法の工程を示す図である。図5(a), (b), (c), (d)において、まず、図5(a)に示すように、磁束の流れる方向と平行に薄肉部112でつながれたヨーク素材110a及び磁束の流れる方向と垂直に薄肉部122でつながれたティース素材120aを、磁化容易方向Lをそれぞれの鉄心中の磁束の流れる方向と一致させて打ち抜く。次に、図5(b)に示すように、ヨーク素材110aを積層した後、環状に曲げ、または環状に曲げた後、積層し、外コアを形成する積層ヨーク体110を作成する。環状にした際、切り欠き111は、隙間なく接合し、良好な磁路を形成する。一方、ティース素材120aは図5(c)に示すように、積層した後環状に曲げ、または環状に曲げた後、積層し、内コアを形成する積層ティース体120を作成する。絶縁処理、巻線(図示せず)等を施した後に、図5(d)に示すように、外コアを形成する積層ヨーク体110と内コアを形成する積層ティース体120を溶着、溶接、接着、圧着、圧入などにより固定し、電動機の固定子鉄心100を製造する。

【0041】なお、本実施例では、1つのヨーク素材110a、ティース素材120aで、環状の鉄心一枚を形成しているが、鉄心形状や電磁鋼板のコイル幅などにより、鉄心360°分を数個に分割してもよく、またヨーク素材110a、ティース素材120a一枚で、螺旋状にして、数枚分の鉄心を形成してもよい。

【0042】以上の製造方法により、外コアを形成する積層ヨーク体110及び内コアを形成する積層ティース体120をそれぞれ環状にし、精度を出した後に接合するため、積層ヨーク体110と積層ティース体120の固着力が強力で、精度の良い電動機の固定子鉄心100を生産性良く製造することができる。さらに、磁路の微少なギャップによる磁気抵抗を小さくすることができる。

【0043】(実施例3) 図6(a), (b)は、本発明の実施例3の電動機の固定子鉄心の製造方法の工程を示す図である。図6(a), (b)において、磁束の流れる方向と平行に薄肉部でつながれたヨーク素材110a(図5)及び磁束の流れる方向と垂直に薄肉部でつながれたティース素材120a(図5)を、磁化容易方向Lをそれぞれの鉄心の磁束の流れる方向と一致させて打ち抜く。まず、ティース素材120a(図5)を積層し、環状にした内コアを形成する積層ティース体120に巻線(図示せず)を施した後、図6(a)に示すように外側から、積層したヨーク素材110aを湾曲しながら積層ティース体120に固定していき、図6(b)のように完成させる。

【0044】以上の製造方法により、わずかな加工力にて外コアを形成する積層ヨーク体110と内コアを形成する積層ティース体120を結合でき、かつ、内コアを形成する積層ティース体120に加わる力もわずかなため、固定子鉄心100の内径の精度も良く、生産性良く電動機の固定子鉄心100が製造できる。

【0045】(実施例4) 図7(a), (b)は、本発明の実施例4の電動機の固定子鉄心の製造方法の工程を示す図である。図7(a), (b)において、ヨーク素材110a(図5)を積層した後巻線用棒(図示せず)を施し、トロイダル巻線141を施した後、図7(a)に示すように、積層したヨーク素材110aを円環状に曲げて外コアを形成する積層ヨーク体110を作成する。

【0046】トロイダル巻線141を施した外コアを形成する積層ヨーク体110に、ティース素材120a(図5)を積層し、環状にした内コアを形成する積層ティース体120を結合することにより、図7(b)に示すような電動機の固定子鉄心100を製造する。

【0047】以上の製造方法により、容易かつ高速にトロイダル巻線141を行うことができ、整列巻線が可能であるため、占積率を高くすることも可能である。したがって、生産性良く効率の高いトロイダル巻線141の

電動機の固定子鉄心100を製造できる。

【0048】なお、ティース素材120aを積層し、環状にした内コアを形成する積層ティース体に、トロイダル巻線141を施した積層したヨーク素材110aを外側から湾曲させながら、固定してもよい。

【0049】（実施例5）図8（a）、（b）は、本発明の実施例5の電動機の固定子鉄心の製造方法の工程を示す図である。図8（a）、（b）において、ティース素材120a（図5）を積層後、積層したそれぞれのティースに巻線用枠（図示せず）を施し、図8（a）に示すように巻線142を施し、内コアを形成する積層ティース体120を形成し、図8（b）に示すようにヨーク素材110a（図5）を積層して環状にした外コアを形成する積層ヨーク体110と結合し、電動機の固定子鉄心100を製造する。固定子の巻線142を形成する積層ティース体120の外側から施すため、重ね巻や集中巻等を行っても、巻線性が良好で、かつ占積率も高くでき、効率の高い電動機の固定子鉄心100を生産性良く製造できる。

【0050】なお、ティース素材120aを積層し、環状にして巻線を施した内コアを形成するティース素材120に、積層したヨーク素材110aを外側から湾曲させながら、固定してもよい。

【0051】（実施例6）図9は、本発明の実施例6の電動機の固定子鉄心の斜視図である。図9において、実施例1と同様に外コアである積層ヨーク体110と内コアである積層ティース体120を結合固定した後、内コアである積層ティース体120の薄肉部122を、積層方向に切除する切除部123aを設けたものである。切除するのは、全てのティースシート120bでも、両端の少数枚をティースシート120b残した他の全てのティースシート120bでもよい。

【0052】以上の構成により、固定子の巻線（図示せず）に流れる電流によりティース121に発生した磁束が、回転子にわたらずに隣接するティース121に回り込むことを防止し、磁束を有効に利用し、効率の高い電動機を提供することができる。磁気回路の利用効率からは、全てのティースシート120bの薄肉部122を切除することが望ましいが、固定子鉄心100の内径の精度が特に必要な場合などは、両端のティースシート120b少数枚を除く全てのティースシートの薄肉部122を切除すればよい。

【0053】（実施例7）図10は、本発明の実施例7の電動機の固定子鉄心の平面図である。図11は、同電動機の固定子鉄心のヨーク素材及びティース素材の平面図である。図10、図11において、固定子鉄心200の外コアを形成する積層ヨーク体210は、方向性電磁鋼板130を磁化容易方向Lが、鉄心中の磁路の方向と一致するように打ち抜かれた帯状のヨーク素材210aを円環状に形成したヨークシート（図示せず）を積層し

て構成されている。

【0054】ヨーク素材210aは、長手方向が磁化容易方向Lである帯状の方向性電磁鋼板130の一方の長辺側にティース221の基端部221aに係合する開口213を所定の間隔でティース121の数Ntに等しい数だけ設け、隣り合う開口213の中間に帯状の方向性電磁鋼板130の他方の長辺側に向けて先ずばまりの切り欠き211を設け、その先端の薄肉部212でつながれ、切り欠き211の開き角度 α を薄肉部中心Cを中心として、 $\alpha=360/Nt$ に設定して、打ち抜き形成されている。薄肉部112はわずかな加工力で円環状に曲げることが可能な程度に細く短く形成されている。また、帯状のヨーク素材210aは切り欠き211側を内側に両端が接合するまで円環状に曲げてヨークシート（図示せず）を形成した時、切り欠き211も隙間なく接合するようになっている。ヨークシート（図示せず）を積層して外コアを形成する積層ヨーク体210を構成する220は固定子鉄心200の内コアを形成する積層ティース体であり、方向性電磁鋼板130を磁化容易方向Lが鉄心中の磁路の方向と一致するように打ち抜かれた帯状のティース素材220aを円環状にしたティースシート（図示せず）を積層して形成されている。ティース素材220aは一方の端部がヨークシート（図示せず）の開口213との結合部である基端部221aで、もう一方の端部が回転子に対向する拡歯部221bであり、基端部221aと拡歯部221bの中間を脚部221cで構成するティース221の脚部221cが長手方向が磁化容易方向Lである方向性電磁鋼板（図示せず）の幅方向に並ぶように221を配列し、隣り合うティース221の拡歯部221bの端を薄肉部222で連結して打ち抜いたものである。薄肉部222はわずかな加工力で円環状に曲げることが可能な程度に細く短く形成されている。また、帯状のティース素材220aはティース221を設けた側を外側にして両端が接合するよう円環状に曲げられてティースシート（図示せず）を形成し、積層して内コアを形成する積層ティース体220を構成する。

【0055】外コアを形成する積層ヨーク体210と内コアを形成する積層ティース体220とを開口213と基端部221aで結合固定し電動機の固定子鉄心200を形成する。

【0056】以上の構成による作用は実施例1と同様であるので説明を省略するが、外コアを形成する積層ヨーク体210の切り欠き211や薄肉部212が内コアを形成する積層ティース体220と結合する開口213の位置にないため、外コアを形成する積層ヨーク体210に内コアを形成する積層ティース体220を圧入した時の結合力が強い。

【0057】（実施例8）図12は、本発明の実施例8の電動機の固定子鉄心の平面図である。図13は、同電

動機の固定子鉄心のヨーク素材の打ち抜きパターンを示す図、図14は、同電動機の固定子鉄心のティース素材の打ち抜きパターンを示す図である。また、図15は、同電動機の固定子鉄心のヨーク素材及びティース素材の平面図である。図16は、本発明の実施例8の他の電動機の固定子鉄心の平面図である。図17(a), (b), (c), (d)は、本発明の実施例8の電動機の固定子鉄心の製造方法の工程を示す図である。図12から図17において、固定子鉄心300の外コアを形成する積層ヨーク体310は、方向性電磁鋼板130を、磁化容易方向 \uparrow が、鉄心中の磁路の方向と一致するように打ち抜かれた帯状のヨーク素材310aを円環状に形成したヨークシート(図示せず)を積層して構成されている。

【0058】ヨーク素材310aは、ティース321の数 N_t に等しい数で、スロットにあたる部分に切り欠き311を有し、薄肉部312でつながれ、切り欠き311の開き角度 α は、薄肉部の中心Cを中心とし、 $\alpha=360/N_t$ に設定されている。薄肉部312は、わずかな加工力で曲げることが可能な程度に細く短く形成されている。

【0059】内コアを形成する積層ティース体320は、方向性電磁鋼板130を、磁化容易方向 \uparrow が、鉄心中の磁路の方向と一致するように打ち抜かれた帯状のティース素材320aを環状に形成したティースシート(図示せず)を積層して構成されている。

【0060】ティース素材320aは、ティース321が薄肉部322でつながれている。ヨーク素材310aは、ティース321の基端部321aと係合する開口313を有し、ヨーク素材310aを円環状にして切り欠き311が接合したとき、ティース321の基端部321aと隙間なく結合する形状となっている。

【0061】外コアを形成する積層ヨーク体310と内コアを形成する積層ティース体320を結合固定して電動機の固定子鉄心300を形成する。

【0062】なお、切り欠き311の形状やヨーク素材310aの開口313とティース素材320aの基端部321aの形状は任意であり、図16に示す開口313aや基端部321dのような形状であってもよい。切り欠き311の数はティース321の数と必ずしも一致する必要はない。切り欠き311の数がティース321の数と異なる場合は、それぞれの切り欠き311の開き角度 d の合計が 360° であればよい。

【0063】以上のように構成された電動機の固定子鉄心300の製造方法を図17により説明する。

【0064】まず、図17(a)に示すように、磁束の流れる方向と平行に薄肉部312でつながれたヨーク素材310a及び磁束の流れる方向と垂直に薄肉部322でつながれたティース素材320aを、磁化容易方向 \uparrow をそれぞれの鉄心中の磁束の流れる方向と一致させて打

ち抜く。次に、図17(b)のように、ヨーク素材310aを積層した後環状に曲げ、内コアを形成する積層ティース体320を形成する。一方で、ボビン341に巻線342を施し、内コアを形成する積層ティース体320の積層されたそれぞれのティース321に挿入し、図17(c)のごとく内コアを形成する積層ティース体320の巻線完成品を作成する。

【0065】また、ヨーク素材310aを積層して環状に曲げ、外コアを形成する積層ヨーク体310を形成し、内コアを形成する積層ティース体320の巻線完成品と結合固定して、図17(d)のごとく電動機の固定子鉄心300を製造する。

【0066】なお、本製造方法において、内コアを形成する積層ティース体320は、それぞれのティース321毎に分割されていてもよい。

【0067】本製造方法においては、単体のボビン341に巻線342を施すため、巻線性が良好で、かつ、占積率も高くできるとともに、固定子鉄心300そのものに巻線用枠を施す必要がないため、効率の高い電動機を生産性良く製造することができる。

【0068】(実施例9)図18は、本発明の実施例9の電動機の固定子鉄心の斜視図であり、図19は同電動機の固定子鉄心の平面図である。図18において、電動機の固定子鉄心300aの内コアを形成する積層ティース体320bの薄肉部322を積層方向に切除する切除部323aを設けたものである。切除部323aは、全てのティースシート320dでも、両端のティースシート320d少数枚を残した全てのティースシート320dでもよい。

【0069】以上の構成により、固定子の巻線342に流れる電流により発生した磁束が、回転子にわたらずに隣接するティース321に回り込むことを防止し、磁束を有効に利用し、効率の高い電動機を提供する。また、図19において、固定子鉄心300bの内コアを形成する積層ティース320cの薄肉部322の積層方向の切除を円周方向にひねった切除部323bとすることにより、回転むらを小さくし、振動・騒音の小さい電動機を提供することができる。また、切除部323bのひねりの中心角度 θ は、切除部323bの幅の中心角度 δ 以上であることが望ましい。

【0070】また、ひねりの中心角度 θ は、かご型回転子を持つ誘導電動機の場合、回転子の1スロットピッチと等しくすると、回転子のスキューが不要で、同様の効果が得られる。

【0071】また、永久磁石回転子を有する電動機の場合、ひねりの中心角度 θ は、 $360/(\text{固定子ティース数と回転子磁極数の最小公倍数})$ と等しくするとよい。 $360/(\text{固定子ティース数と回転子磁極数の最小公倍数})$ は、コギングトルクの周期角度である。コギングトルクの発生の原因である固定子スロットのオープン部

を、コギングトルクの周期角度ずらすことにより、コギングトルクによる電動機の振動を低減することが可能である。

【0072】(実施例10)図20は、本発明の実施例10の電動機の固定子鉄心の平面図である。図20において、固定子鉄心400の外コアを形成する積層ヨーク体410は、実施例8と同様であるので、構成についての説明は省略する。

【0073】ティース421は、方向性電磁鋼板(図示せず)を、磁化容易方向 L が、鉄心中の磁路の方向と一致するように打ち抜かれ、積層させる。

【0074】外コアを形成する積層ヨーク体410には、ティース421の基端部421aと係合する開口413を有し、ティース421の基端部421aと隙間なく結合する形状となっている。

【0075】外コアを形成する積層ヨーク体410とそれぞれの積層されたティース421を結合固定して電動機の固定子鉄心400を形成する。

【0076】以上の構成により、固定子の巻線(図示せず)に流れる電流により発生した磁束が、回転子にわたらずに隣接するティース421に回り込むことを防止するため実施例9に示す固定子鉄心の積層ティース体の薄肉部の切除工程が不要である。また、外コアを形成する積層ヨーク体410を精度良く円環状にすれば、固定子鉄心400の内径の精度も良好である。実施例8と同様に、ボビン単体(図示せず)に巻線(図示せず)を施してそれぞれの積層されたティース421に挿入した後、外コアを形成する積層ヨーク体410に結合固定するという製造方法の採用も可能である。

【0077】(実施例11)図21は、本発明の実施例11の電動機の固定子鉄心の平面図である。図22は、同電動機の固定子鉄心のヨーク素材及びティース素材の平面図、また図23は、ヨーク素材及びティース素材の要部拡大図である。図21から図23において、固定子鉄心500の外コアを形成する積層ヨーク体510は、方向性電磁鋼板(図示せず)を、磁化容易方向 L が、鉄心中の磁路の方向と一致するように打ち抜かれた帯状のヨーク素材510aを円環状に形成したヨークシート(図示せず)を積層して構成されている。

【0078】ヨーク素材510aは、ティース521の数 N に等しい数で、ティース521の基端部521aと係合する切り欠き511を有し、薄肉部512でつながれ、切り欠き511の開き角度 β は、薄肉部中心 C を中心とし、ティース521の基端部521aの開き角度を γ とすると、 $\beta = 360 / N + \gamma$ に設定されている。薄肉部512は、わずかな加工力で曲げることが可能な程度、細く短く形成されている。

【0079】また、内コアを形成する積層ティース体520は、方向性電磁鋼板(図示せず)を、磁化容易方向 L が、鉄心中の磁路の方向と一致するように打ち抜かれ

た帯状のティース素材520aを環状に形成したティースシート(図示せず)を積層して構成されている。

【0080】ティース素材520aは、ティース521が薄肉部522でつながれている。ヨーク素材510aの切り欠き511は、環状に曲げてティース521と基端部521aと結合したとき、ティース521の基端部521aと隙間なく結合する形状となっている。

【0081】外コアを形成する積層ヨーク体510と内コアを形成する積層ティース体520を結合固定して電動機の固定子鉄心500を形成する。

【0082】以上の構成により、積層ヨーク体510と積層ティース体520の結合部分の磁気回路上の微小ギャップを最少にでき、良好な磁気回路を得ることが可能となり、効率の高い電動機の固定子鉄心を提供することが可能である。

【0083】なお、本発明は電動機の種類、形状、極数、駆動方式等に関係なく適用でき、同様の効果を得ることができる。

【0084】

【発明の効果】以上の説明から明らかなように、請求項1記載の発明によれば、積層鉄心中の磁束の方向が全て方向性電磁鋼板の磁化容易方向に一致しているので、鉄損及び銅損が低く、したがって効率の高い電動機の固定子鉄心を、生産性良く製造することができる。

【0085】また、請求項2から5記載の発明によれば、外コアを形成する積層ヨーク体の構成部品の部品点数が少なく、生産性が良好で、かつ、鉄心中の磁束の流れる方向の全てが磁化容易方向と一致し、また円環状に形成したときの磁気回路上のギャップが小さいので良好な磁気回路が得られ、効率の高い電動機を提供することができる。

【0086】また、請求項6記載の発明によれば、内コアを形成する積層ティース体が一体の帯状のティース素材で構成するので部品点数が少なく、固定子鉄心内径の精度が高く生産性が良好で、かつ、鉄心中の磁束の流れる方向の全てが磁化容易方向と一致するので良好な磁気回路が得られ、効率の高い電動機を提供することができる。

【0087】また、請求項7及び8記載の発明によれば、ティースに発生した磁束が隣接するティースに回り込むことを防止し、無効磁束を抑制し、効率の高い電動機を提供することができる。

【0088】また、請求項9から11記載の発明によれば、効率が高く、固定子のスロットオープン部が存在するために発生する回転むらを防止し、振動・騒音の小さい電動機を提供することができる。

【0089】また、請求項12記載の発明によれば、生産性が良く、精度の良好な電動機の固定子鉄心の製造方法を提供するものである。

【0090】また、請求項13から15記載の発明によ

れば、加工が容易な電動機の固定子鉄心の製造方法を提供するものである。

【0091】また、請求項17記載の発明によれば、焼鈍処理により打ち抜き歪みや加工歪みを除去し、より効率の高い電動機を提供するものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例1の電動機の固定子鉄心の平面図

【図2】同電動機の固定子鉄心のヨーク素材の打ち抜きパターンを示す図

【図3】同電動機の固定子鉄心のティース素材の打ち抜きパターンを示す図

【図4】同電動機の固定子鉄心のヨーク素材及びティース素材の拡大図

【図5】本発明の実施例2の電動機の固定子鉄心の製造方法の工程を示す図

【図6】本発明の実施例3の電動機の固定子鉄心の製造方法の工程を示す図

【図7】本発明の実施例4の電動機の固定子鉄心の製造方法の工程を示す図

【図8】本発明の実施例5の電動機の固定子鉄心の製造方法の工程を示す図

【図9】本発明の実施例6の電動機の固定子鉄心の斜視図

【図10】本発明の実施例7の電動機の固定子鉄心の平面図

【図11】同電動機の固定子鉄心のヨーク素材及びティース素材の平面図

【図12】本発明の実施例8の電動機の固定子鉄心を示す平面図

【図13】同電動機の固定子鉄心のヨーク素材の打ち抜きパターンを示す図

【図14】同電動機の固定子鉄心のティース素材の打ち抜きパターンを示す図

【図15】同電動機の固定子鉄心のヨーク素材及びティース素材の平面図

【図16】本発明の実施例8の他の電動機の固定子鉄心の平面図

【図17】本発明の実施例8の電動機の固定子鉄心の製造方法の工程を示す図

【図18】本発明の実施例8の電動機の固定子鉄心の斜視図

【図19】同電動機の固定子鉄心の斜視図

【図20】本発明の実施例10の電動機の固定子鉄心の平面図

【図21】本発明の実施例11の電動機の固定子鉄心の平面図

【図22】同電動機の固定子鉄心のヨーク素材及びティース素材の平面図

10 【図23】同電動機の固定子鉄心のヨーク素材及びティース素材の要部拡大図

【図24】従来例の電動機の固定子鉄心の平面図

【符号の説明】

100, 200, 300, 300a, 300b, 400, 500 固定子鉄心

110, 210, 310, 410, 510 積層ヨーク体

110a, 210a, 310a, 510a ヨーク素材

111, 211, 311, 511 切り欠き

20 112, 212, 312, 512 薄肉部

113, 213, 313, 313a, 413 開口

120, 220, 320, 320b, 320c, 520 積層ティース体

120a, 220a, 320a, 520a ティース素材

120b, 320d ティースシート

121, 221, 321, 421, 521 ティース

121a, 221a, 321a, 321d, 421a, 521a 基端部

30 121b, 221b 拡歯部

121c, 221c 脚部

122, 222, 322, 522 薄肉部(ティース素材の)

123a, 323a, 323b 切除部

130 方向性電磁鋼板

141 トロイダル巻線

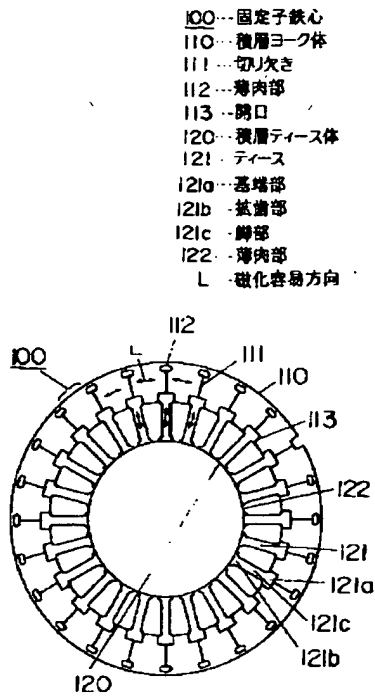
142, 342 巻線

341 ボビン

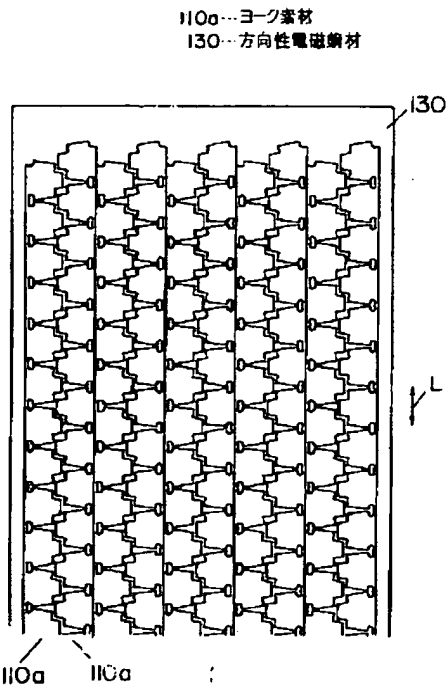
L 磁化容易方向

40 C 薄肉部中心

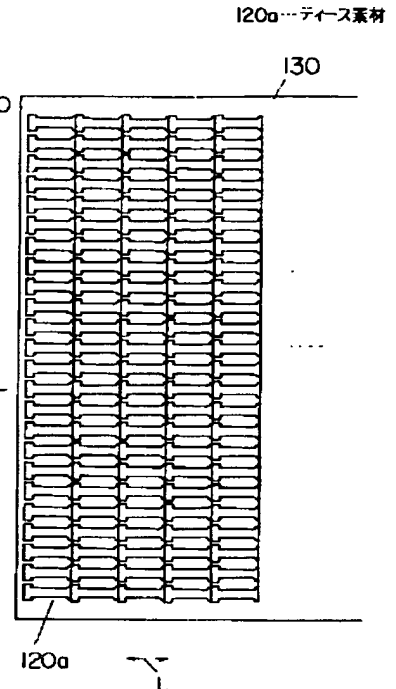
【図1】



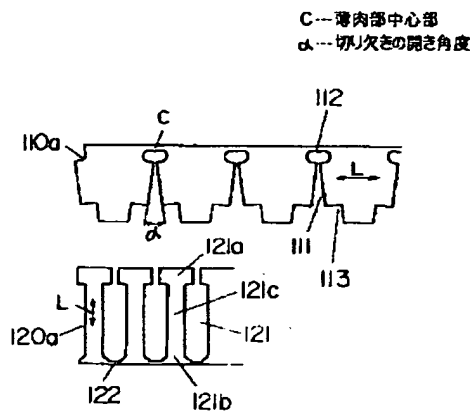
【図2】



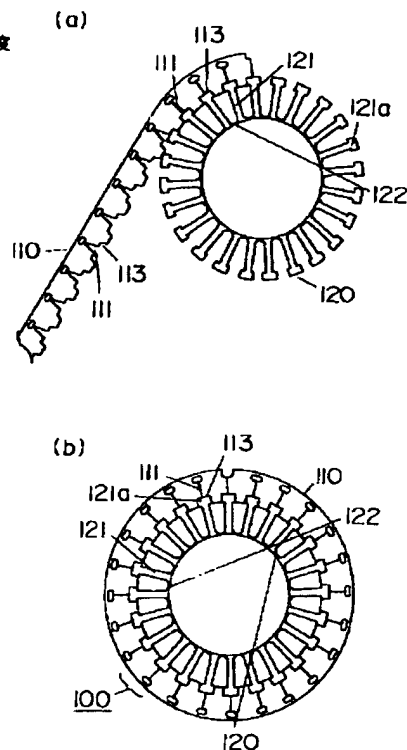
【図3】



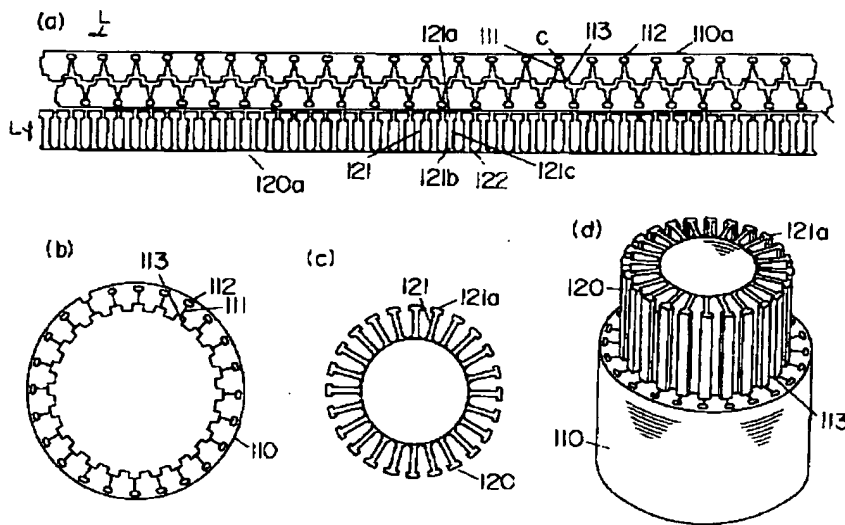
【図4】



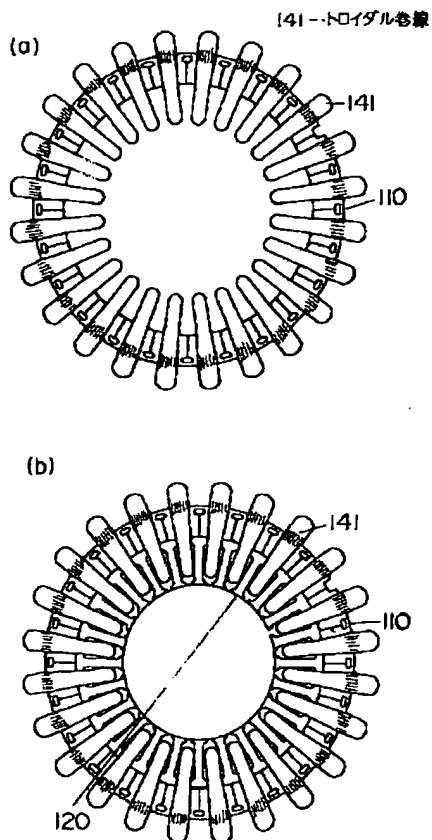
【図6】



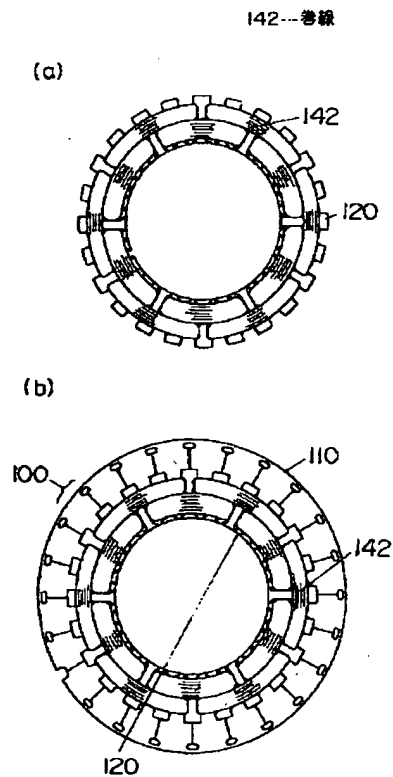
【図5】



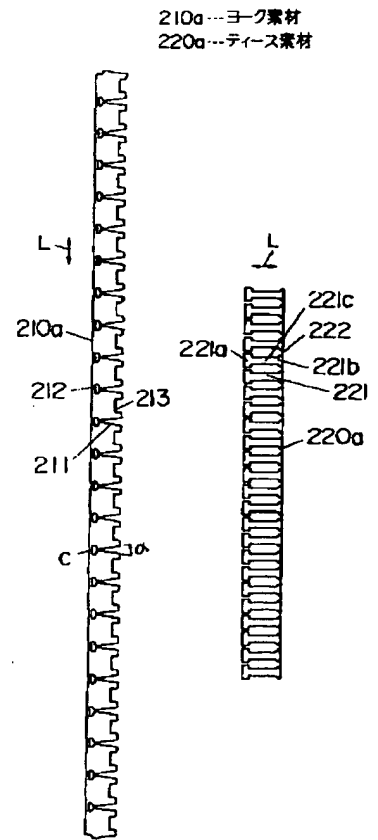
【図7】



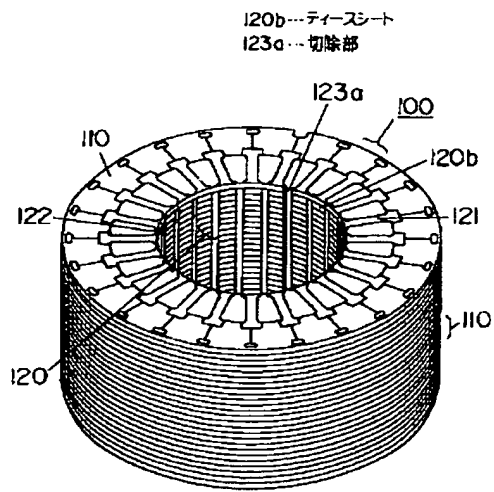
【図8】



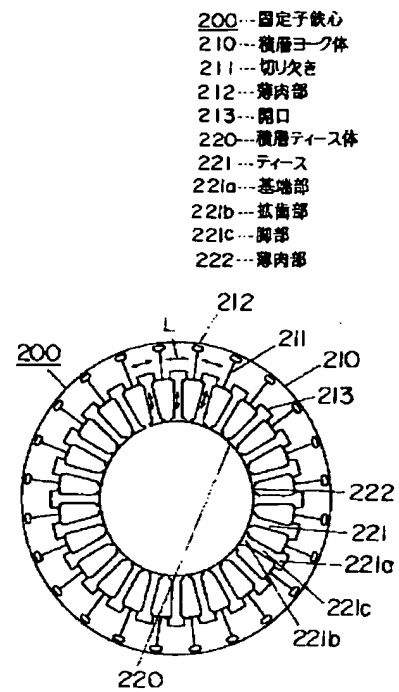
【図11】



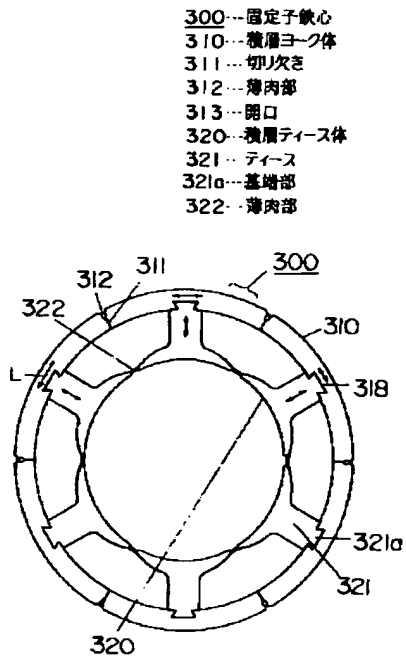
【図9】



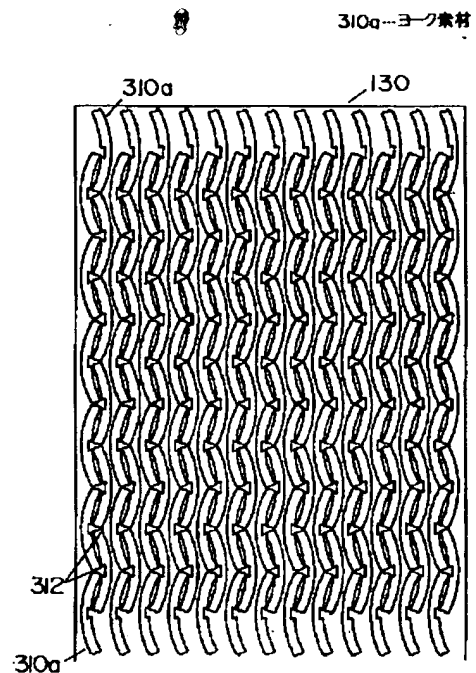
【図10】



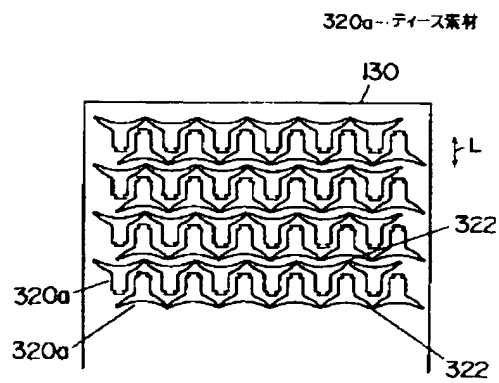
【図12】



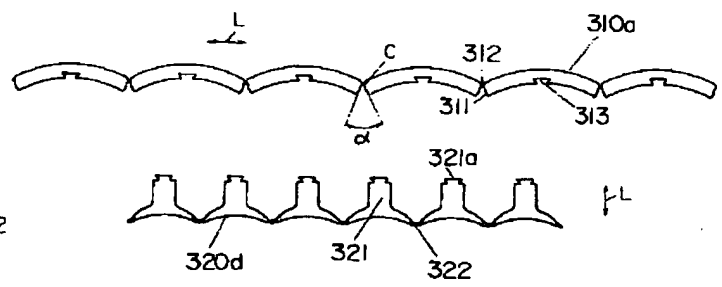
【図13】



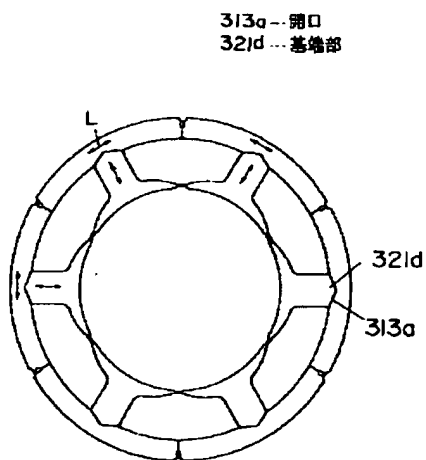
【図14】



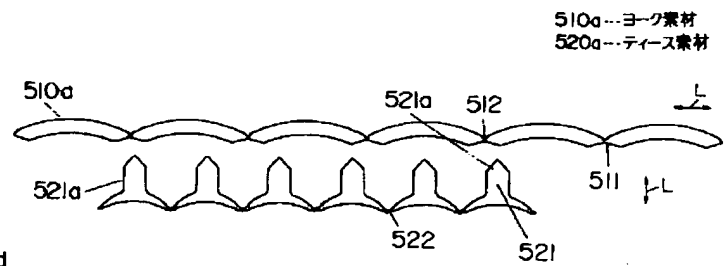
【図15】



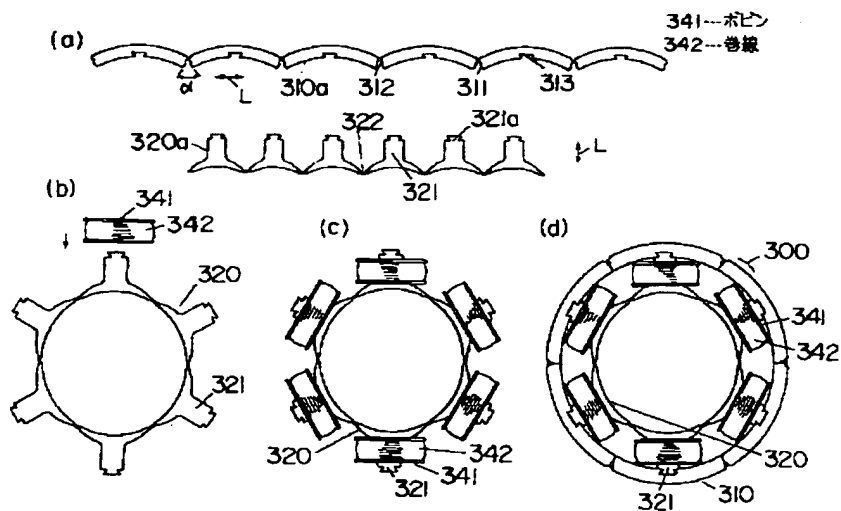
【図16】



【図22】

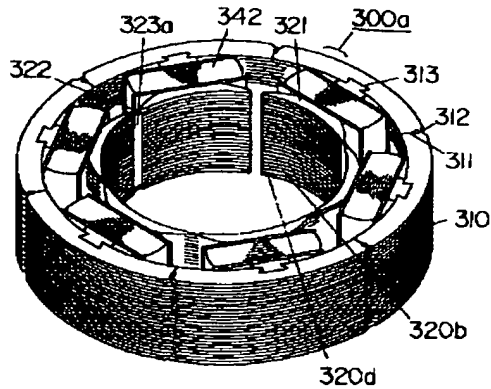


【図17】



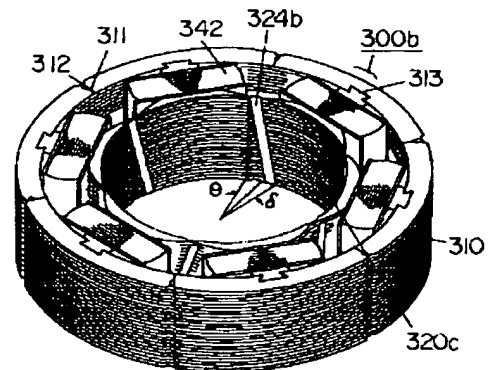
【図18】

300a...固定子鉄心
 320b...積層ティース体
 320d...ティースシート
 323a...切除部



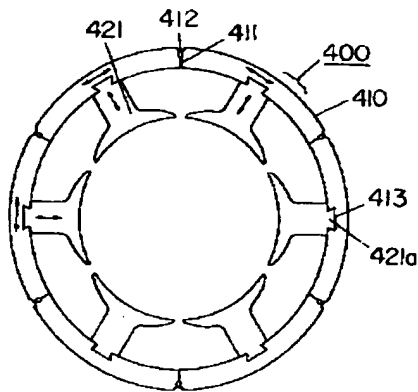
【図19】

300b...固定子鉄心
 320c...積層ティース体
 323b...切除部
 θ ...Uねりの中心角度
 δ ...切除幅の中心角度



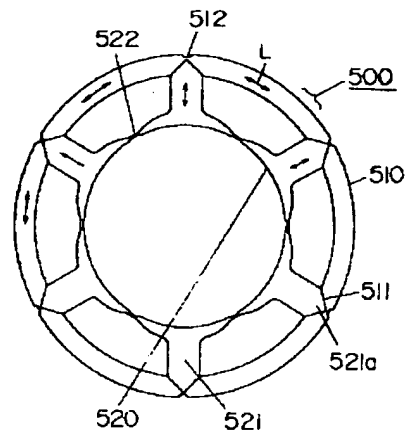
【図20】

400...固定子鉄心
 410...積層ヨーク体
 413...開口
 421...ティース
 421a...基端部

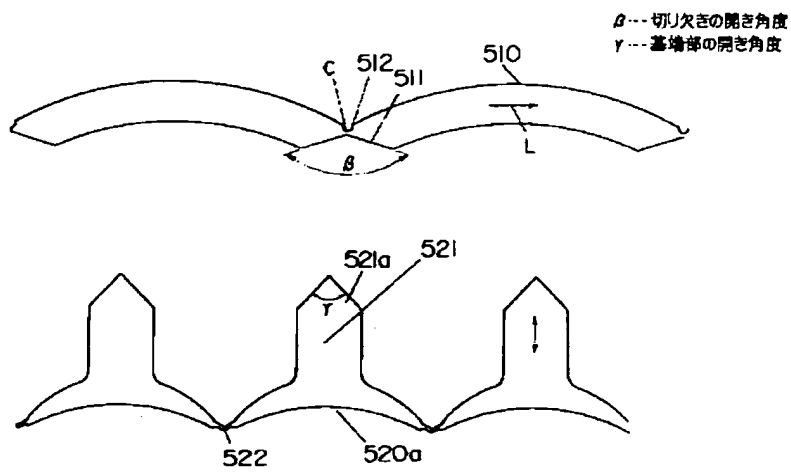


【図21】

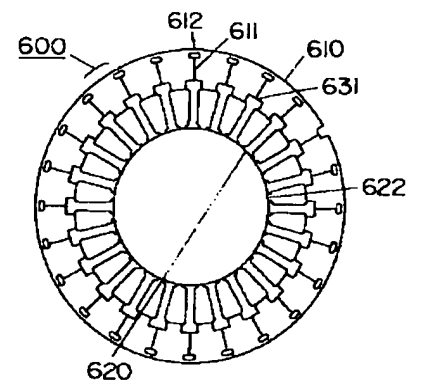
500...固定子鉄心
 510...積層ヨーク体
 511...切り欠き
 512...薄肉部
 520...積層ティース体
 521...ティース
 521a...基端部
 522...薄肉部



【図23】



【図24】



フロントページの続き

(72)発明者 加藤 久孝
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内